



**Solidarische
Bauwirtschaft**

Anleitung

Bau einer autarken Wasserversorgung mit Pflanzenkläranlage



Autoren: Johannes Aigner, Klemens Jakob

2. Auflage August, 2023



Haftungsausschluss:

Die Anwendungsempfehlungen und Konstruktionsbeispiele in dieser Anleitung wurden nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Für die praktische Umsetzung lassen sich daraus jedoch keine Haftungsansprüche gegenüber den Autoren oder der Solidarischen Bauwirtschaft ableiten.

Lizenz:

Mit der Erkenntnis der Verbundenheit von allem, erkennen wir auch, dass Wissen kein Besitz darstellt, sondern frei fließen darf und zum Wohle aller geteilt werden kann. Deswegen ist diese Zusammenstellung von Ideen und Erfahrungswerten ein Geschenk an die Menschheit.

Diese OpenSource Anleitung unterliegt der Creative Commons Lizenz CC-BY-SA
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Die Namensnennung soll wie folgt ausgeführt sein:

"Anleitung: Bau einer autarken Wasserversorgung mit Pflanzenkläranlage
Autoren: Johannes Aigner, Klemens Jakob
Solidarische Bauwirtschaft: www.sobawi.org
Lizenz: CC-BY-SA
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>"

Inhaltsverzeichnis:

1. Sinnhaftigkeit.....	4
2. Funktionsweise.....	5-6
3. Wasser-Ernte.....	7
4. Tanks.....	8-10
5. Vorfilter.....	11
6. Leitungen und Rohre.....	12-15
7. Pumpen.....	16-17
8. Filter.....	18-20
9. Pflanzenkläranlage.....	21-25
10. Steuerung.....	26
11. Nutzung der Anlage.....	27
12. Wartung und Pflege.....	28
13. Kosten.....	29
14. Genehmigung.....	30
15. Technisches Diagramm.....	31
16. Grauwasser Automatisierung.....	32
17. Regen- und Brauchwasserzisterne.....	33
18. Erd-Pflanzenkläranlage.....	34
19. Alternative Leitungen.....	35-36
20. Alternative Pumpen.....	37-38

1. Sinnhaftigkeit

Durch die Autarkie im Bereich von Wasser erleben wir ein großes Maß an Unabhängigkeit und Freiheit. Gleichzeitig wird unser Eingebunden-Sein in die Natur durch übersichtliche Kreisläufe wieder erlebbar.

Durch natürliche und einfache Technik wird eine autarke Wasserversorgung als geschlossener Kreislauf ermöglicht. So entsteht eine kleine, sichere Insel im ansonsten unberechenbaren Weltgeschehen.

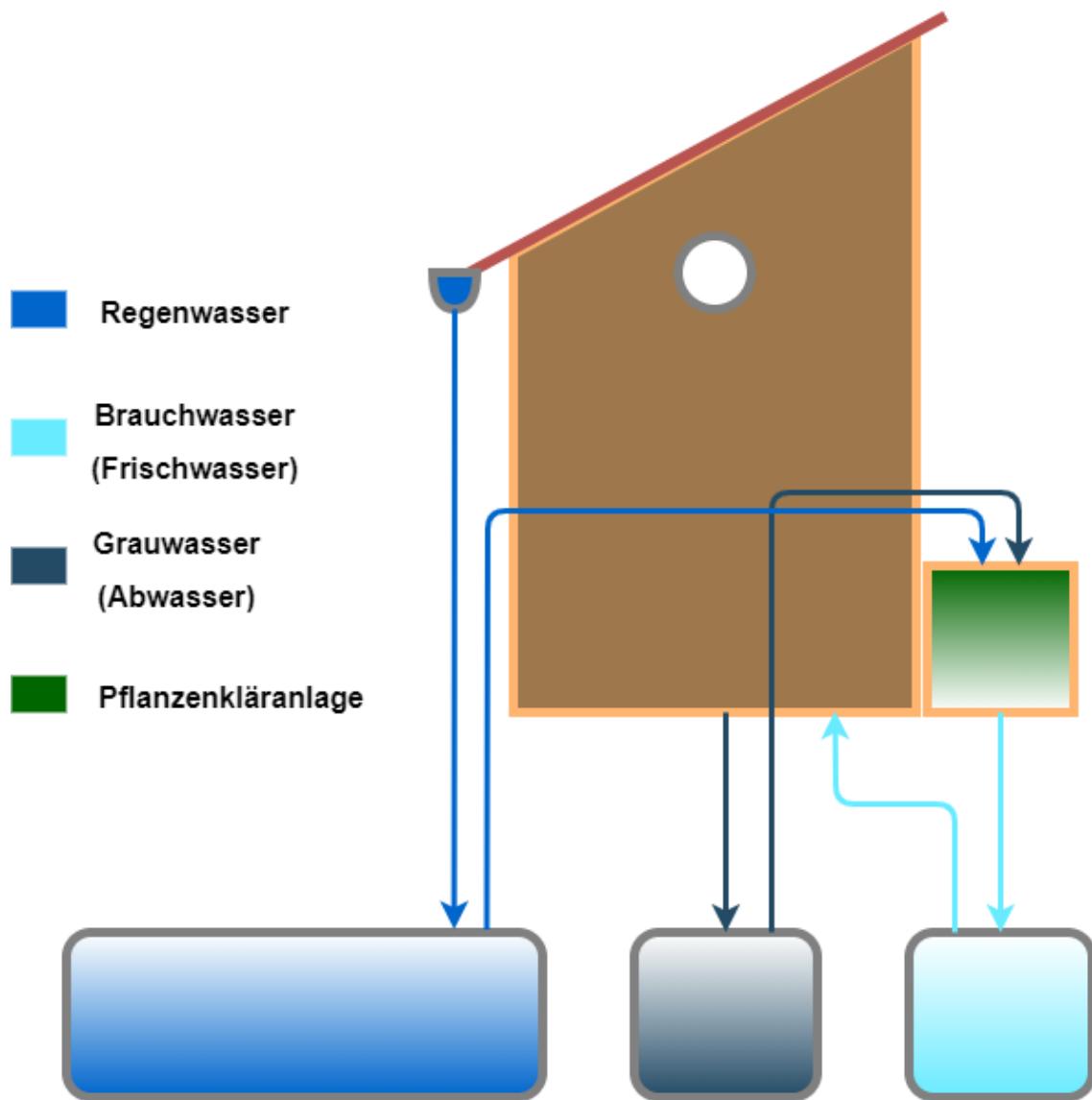
Die kostbare Ressource Wasser wird nicht mehr VER-BRAUCHT, sondern nur noch GE-BRAUCHT und sofort wieder lokal und umweltfreundlich mit einer Pflanzenkläranlage aufbereitet. Dadurch wird ein „weltgerechter“ Lebensstil gefördert.

Hinweis:

In Deutschland ist die Nutzung von Zisternenwasser als Trinkwasser bislang noch nicht offiziell zugelassen.



2. Funktionsweise



1. Regenwasser vom Dach, wird in einer großen Zisterne gesammelt.
2. Das Regenwasser wird in die Pflanzenkläranlage gepumpt und zu Brauchwasser gefiltert.
3. Das Brauchwasser wird zur Nutzung ins Hauswassernetz gepumpt.
4. Das anfallende Abwasser (Grauwasser) wird in einer Zisterne aufgefangen.
5. Das Grauwasser wird in die Pflanzenkläranlage gepumpt.
6. Die Pflanzenkläranlage filtert das Grauwasser wieder zu Frischwasser.

Um einen geschlossenen und vollautarken Wasserkreislauf zu realisieren muss sichergestellt werden, dass nur Grauwasser als Abwasser anfällt. Grauwasser bedeutet, dass das Abwasser nicht mit Fäkalien verunreinigt ist. Sobald Wasser mit Fäkalien verunreinigt wird, spricht man über sog. Schwarzwasser. Grauwasser lässt sich sehr einfach und ressourcenschonend über eine Pflanzenkläranlage wieder aufbereiten, wohingegen die Aufbereitung von Schwarzwasser komplizierter und kostspieliger ist.

Damit nur Grauwasser anfällt, werden moderne Trocken-Trenn-Toiletten eingesetzt.
Dadurch ist keine Klärung von Schwarzwasser nötig.

Ein weiterer Vorteil der Trocken-Trenn-Toilette ist, dass sie den wertvollen Naturdünger Urin zur direkten Verwendung bereitstellt. Gleichzeitig ermöglicht sie, dass Fäkalien durch natürliche Kompostierung zu gutem Humus verarbeitet werden. Ein weiterer Kreislauf der Natur kann geschlossen werden.



Bei dieser autarken Wasserversorgung entsteht Abwasser (Grauwasser) aus allen gängigen Wasserverwendungen: beim Duschen, Waschen, Spülen, Putzen etc.
Jedoch entsteht kein Abwasser (Schwarzwasser) aus der Toilette.

3. Wasser-Ernte

Das große Geschenk der Natur und die wichtigste Lebensgrundlage aller Lebewesen auf der Erde, steht uns im Überfluss zur Verfügung, wenn wir achtsam damit umgehen.

Eine sehr einfache Sammlung von Regenwasser lässt sich über das Dach realisieren. Es wäre auch möglich einen Brunnen zu bohren und das Grundwasser anzupumpen. Dies wäre aber mit sehr viel mehr Aufwand und Kosten verbunden, als das Wetter die Arbeit machen zu lassen und Dachflächen für Regenwasser zu nutzen.

Pro Jahr gibt es in Deutschland durchschnittlich 500-1000 Liter/m² Niederschlag.

Wenn wir von dem deutschen Durchschnitt ausgehen und mit der Dachfläche vom klassischen OwnHome von 32m² rechnen, könnte pro Jahr 16 000 – 32 000 Liter Wasser über das Dach gesammelt werden.

Dabei sollte es selbstverständlich sein, dass die Werkstoffe der Dachdeckung möglichst Trinkwasser kompatibel gewählt werden. Es sollten unbedingt asbesthaltige Dachbedeckungen oder bleihaltige Schornsteinabdichtungen vermieden werden. Auch Kupferbleche oder Kupferdachrinnen sollten vermieden werden.



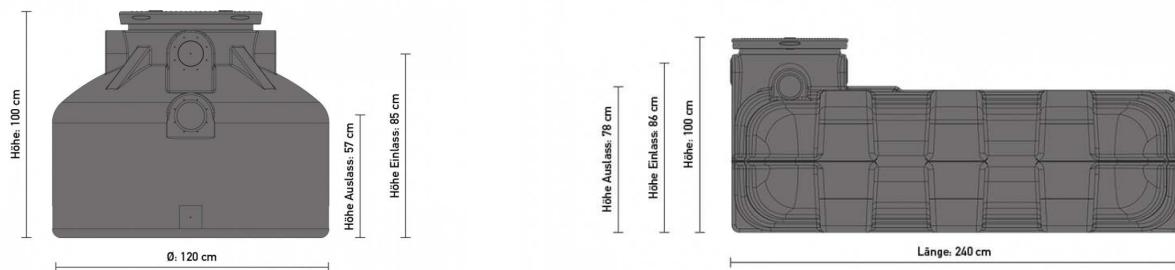
4. Tanks



Die ursprüngliche und erprobte Anlage mit einem 2500 Liter Regenwassertank, einem 500 Liter Brauchwassertank und einem 500 Liter Abwassertank ist ausreichend dimensioniert für den täglichen Wasserbedarf von 1-4 Personen. Mit dem großen Regenwassertank können im Sommer Hitzeperioden problemlos überbrückt werden und sogar einige Nutzpflanzen zusätzlich bewässert werden. Bei Bedarf kann die Größe der Tanks auch einfach größer gewählt werden.

Hochwertige Tanks von der Firma "Speidel" sind erprobt und zu empfehlen, denn sie sind nicht nur in Deutschland produziert, sondern erleichtern auch den Aushub durch ihre flache Bauform. Die Tanks sollten möglichst nahe am Gebäude vergraben werden, damit die Wasserleitungen kurz gehalten werden und ein Frostrisiko der Leitungen minimiert werden kann. Die Tanks selbst sind bei einer Einbautiefe von ca. 1,10 Meter durch die natürliche Erdwärme frostgeschützt.

Maße der Speidel Tanks: Links 500l. Rechts. 2500l.



Grubenmaße für einen 2500l Tank: Länge 300cm, Breite 260cm, Tiefe 110cm

Grubenmaße für einen 500l Tank: Länge 180cm, Breite 180cm, Tiefe 110cm

Mit ein paar Freunden, mit guter Laune, Ausdauer und Zeit lässt sich die Grube von Hand ausheben.

Wenn es schneller gehen soll oder der Boden besonders hart ist empfiehlt es sich einen Micro- oder Mini-Bagger zu mieten.



Die Grube sollte mindestens 10 cm tiefer als die benötigte Zisternenhöhe ausgehoben werden. Die 10 cm am Boden werden mit Sand als Schutz- und Sauberkeitsschicht befüllt. Auch zu den Seiten sollte ein ausreichender Abstand herrschen. Dieser sollte zu allen Seiten mindestens 30 cm betragen.



Die Zisterne wird in die Baugrube eingesetzt und waagerecht ausgerichtet. Danach wird die Zisterne zu einem Viertel mit Wasser gefüllt. Anschließend erfolgt das Auffüllen mit Sand als Füllmaterial um die Zisterne herum. Es wird gleichmäßig soweit aufgefüllt, bis der ungefähre Pegelstand erreicht ist. Wichtig ist dabei eine gleichmäßige Auffüllung und Verdichtung.

Als nächstes wird die Regenwasserzisterne bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Es folgt eine erneute Auftragung des Füllmaterials und Verdichtung bis zum Pegel. Diese Schritte werden so lange wiederholt, bis die Kunststoffzisterne an den Seiten voll eingebettet ist.

Zuvor sollte auch in Erfahrung gebracht werden, in welcher Tiefe der Grundwasserspiegel liegt. Die Zisternen können nur sicher eingebaut werden, wenn der Pegel des Grundwassers tiefer liegt als die Grubentiefe für die Zisternen. Die Erfahrung

hat gezeigt, dass bei vorherigem hohen Niederschlag die Grundwasserpegel auch deutlich höher als angegeben liegen können. Sollte es bei besonders großen und tiefen Zisternen zu einer Kollision mit dem Grundwasser kommen, müsste eine technisch aufwendige und kostspielige Grundwasserabsenkung durchgeführt werden. Es ist zu empfehlen, sich im Vorfeld zu informieren und evtl. eine flachere Zisterne zu verbauen.

Um die Regenwasserzisterne im vollen Zustand gegen ein unkontrolliertes Überlaufen bei Starkregen zu schützen wird ein Überlaufrohr zu einem geeigneten Ort für die Versickerung des überschüssigen Wassers geleitet. Dieser Ort kann eine normale nicht bewirtschaftete und gut bewachsene Fläche sein. Bei dichter Besiedelung oder wenig Platz kann eine Sickergrube ausgehoben werden, um das Wasser kontrolliert versickern zu lassen.

5. Vorfilter



Den gröbsten Schmutz, der vom Dach heruntergespült wird, kann mit Sieben aufgefangen werden. Sie sollten groß sein und so angebracht, dass sie leicht zugänglich und leicht zu reinigen sind. Es gibt praktische Erdfilter, die so zwischen Tank und Zuleitung montiert werden, dass ihr Deckel ebenerdig ist.

Auch das anfallende Grauwasser vom Hausgebrauch, sollte möglichst vorgefiltert werden. In der Küche sollte darauf geachtet werden, dass keine groben Stücke von Essensresten in den Grauwassertank gespült werden. Dabei helfen einfache Edelstahl-Filtersiebe auf dem Abfluss und eine bedachte Vorgehensweise beim Geschirrspülen. Übermäßige Mengen an Fettrückständen sollten im Abwasser vermieden werden und lieber dem Kompost der Natur überlassen werden.

Auch im Bad sollten in den Abflüssen Edelstahl-Filtersiebe eingesetzt werden, um groben Schmutz und Haare im Grauwasser zu vermeiden.

6. Leitungen und Rohre



Für Regenwasser und Abwasserrohre unter dem Erdreich werden die grünen KG 2000 Rohre verwendet. Über dem Boden bzw. im Inneren des Gebäudes werden die grauen KG Rohre verwendet. Die braunen Abwasserrohre sollten unbedingt vermieden werden, da diese aus dem problematischen Kunststoff PVC bestehen.



Beim Verlegen des Abwasserrohres beginnen wir am tiefsten Punkt mit der Verlegung.

Die Muffe (der Teil vom KG Rohr mit Dichtungsring) wird anschließend entgegen der Flussrichtung verbaut. Sind bei dem Abwasserrohr Richtungsänderungen erwünscht, so können diese wahlweise mit KG-Bögen oder KG-Abzweigungen hergestellt werden. Es gilt darauf zu achten, dass die Richtungsänderungen sehr „sanft“ verlaufen und nur mit

15°, 30° oder maximal 45° Bögen vorgenommen werden. Bei T-Stücken sollte die Abzweigung 45° betragen. Allgemein sollten Umlenkungen bei der richtigen Verlegung von Kanalrohren möglichst vermieden werden.

Man füllt 10 cm Sand auf die Erdsohle. Der Sand schützt später das KG Rohr vor äußerlichen Schäden durch Steine oder Felsstücke. Nun geht es an das Gefälle. Das Grobgefälle wird bereits mit dem Aushub erstellt, die präzise Nachkorrektur wird anschließend mittels Sand durchgeführt.

Die Rohre sollten mit einem Gefälle zwischen 1 und 2 % verlegt werden.

Zum Zusammenstecken der Rohre wird Rohrgleitmittel am Dichtring der Muffe und am Rohrende des nächsten Rohrs benutzt. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Rohre wirklich vollständig zusammengesteckt sind! Beim Zusammenstecken hilft ein Gummihammer oder die Hebelkraft eines Spatens. Die Zisternen haben bereits vorgefertigte Anschlüsse, in die die Rohre nur noch gesteckt werden müssen. Falls nötig können zusätzlich neue Anschlüsse eingebaut werden.



Alle 3 Tanks erhalten Mehrschichtverbund-Trinkwasserleitungen zum Wasseransaugen für die Pumpen. Rohre mit einem Durchmesser von 20mm haben sich bei einem kleinen Wohnhaus als ausreichend erwiesen.



Die Mehrschichtverbundrohre werden mit einer Rohrschere zugeschnitten, mit einem sog. Kalibrierer für Kunststoff und Mehrschichtverbundrohre entgratet bzw. angefast und mit Pressfittings verbunden. Mit einer passenden Presszange werden die Fittinge mit den Rohren dicht verpresst. Die Leitungen können von Hand mit Hilfe einer Biegefeder passgenau gebogen werden. Um zu vermeiden dass Dreck von der Baustelle in die Rohre kommt, sollten Rohrschutzkappen beim Verlegen verwendet werden.

Der Regenwassertank benötigt eine Leitung welche das Wasser zur Pflanzenkläranlage leitet. Dort wird es natürlich gefiltert und fließt dann durch die Schwerkraft in den Brauchwassertank.

Ebenso benötigt der Grauwassertank eine Leitung zur Pflanzenkläranlage, um das Grauwasser täglich aufzubereiten.

Vom Brauchwassertank führt eine Leitung zu den nachgeschalteten Filtern zur weiteren Wasseraufbereitung in Nutz- und Trinkwasser.

Die wasseransaugenden Leitungen in den Tanks werden an deren Enden mit einem feinen Edelstahl-Filter-Korb und einem Rückschlagventil ausgestattet. Um sie gegen Frost zu schützen, werden die Leitungen mit Rohrisolierung ummantelt und in ein weiteres KG Rohr eingebettet.



Bei vom Boden erhöhten Häusern, mit z.B. Schraubfundamenten, kann an der Stelle, an der die Wasserrohre sich in der Luft zwischen Haus-Unterseite und Boden befinden, eine Rohrbegleitheizung die Leitung zusätzlich vor Frost schützen. Es gibt Rohrbegleitheizungen mit eingebautem Sensor, die bei Frostgefahr die Leitungen automatisch aufwärmen bis die Temperatur wieder frostsicher ist. Die Rohrbegleitheizungen verbrauchen ca. 15W pro Meter. Dieser Stromverbrauch erscheint auf den ersten Blick sehr gering zu sein. Wenn die 15W aber über mehrere Tage durchgängig benötigt werden, summiert sich dieser Verbrauch deutlich. Vor allem bei einem stromautarken Haus, welches im Winter nicht viel Strom zur Verfügung hat. Deshalb sollten diese nur sehr sparsam und dort eingesetzt werden, wo sie wirklich nötig sind.

In vielen Regionen ist die Rohrbegleitheizung bei entsprechender Bauweise aber nicht unbedingt nötig. In höher gelegenen Regionen mit sehr kalten Wintern, ist dieser kleine und günstige Zusatz aber definitiv ratsam.

7. Pumpen



Für das System werden drei Druckpumpen benötigt.
Erprobt sind die 12 V Gleichstrompumpen von der Firma "Lilie".

Die erste Pumpe wird benötigt, um das Regenwasser über die Pflanzenkläranlage in den Frischwassertank zu pumpen. Dabei reicht erfahrungsgemäß ein Modell mit 1,3 Bar Leistung aus.

Die zweite Pumpe wird benötigt, um das Grauwasser vom Grauwassertank in die Pflanzenkläranlage zu pumpen. Dabei reicht erfahrungsgemäß auch ein Modell mit 1,3 Bar Leistung aus.

Die dritte Pumpe versorgt das ganze Haus mit Wasser vom Frischwassertank und wird über einen Drucksensor gesteuert. Damit allen Wasseranschlüssen genügend Wasserdruck zu Verfügung steht, sollte hier erfahrungsgemäß eine Pumpe mit ca. 5 Bar Leistung eingesetzt werden. Erprobt ist die Druckpumpe der Smart-Serie von "Lilie" mit 5,2 Bar.



Die Plastikgewinde der Pumpen sollten von Anfang an mit einem Anschlussstück aus Metall bestückt werden, um dann Haushaltsleitungen anzuschließen. Sonst könnten bei späteren Änderungen oder Reparaturen die Kunststoffgewinde der Pumpen leicht kaputt gehen.

Alle Verbindungen müssen zusätzlich mit Teflonband oder besser noch mit Hanfdichtung abgedichtet werden.

Die Pumpen sollten möglichst schallgedämmt und entkoppelt verbaut werden, damit die Vibrationen und entstehenden Geräusche der Pumpen minimiert werden.

Für einen sehr gleichmäßigen Wasserdruck wird ein Druckausgleichsgefäß nach der Pumpe für die Hausversorgung eingebaut.



8. Filter



Das Brauchwasser muss vor seiner Verwendung als Nutzwasser oder Trinkwasser durch Filter- und Desinfektionsstufen aufbereitet werden. Die Pflanzenkläranlage liefert zwar eigentlich schon Wasser in sehr guter Qualität, aber da es danach einige Zeit im Brauchwassertank steht, kann es erneut zu Keimbildung und leichter Verunreinigung kommen.



Die erste Filterstufe der Hausversorgung ist ein Schwebstofffilter mit einem Filtereinsatz von 1 – 5 Micron. Damit werden gröbere mechanische Verunreinigungen aus dem Wasser, wie z.B. Sedimente, Ruß, Blütenpollen, Rostpartikel und Schwebstoffe, herausgefiltert.

Erprobt ist das Produkt "Big Blue Mini" von der Firma Pentair.



Dannach kommt eine UV-Entkeimungsanlage, die mit UV- Strahlung (ultraviolettes Licht) Viren und Bakterien inaktiviert. Dieses Verfahren ist absolut unbedenklich und sicher.

Ein hochwertiges und erprobtes Produkt ist die "UV Anlage PURE 1.2" von der Firma "UST". Das langlebige Edelstahl-Gehäuse hat 10 Jahre Garantie und die Variante mit wahlweise 24 V oder 12 V hat einen Dauerstromverbrauch von 21 Watt. Die UV-Lampe muss alle 12 Monate ausgetauscht werden, daher sollte beim Einbau unbedingt darauf geachtet werden, dass noch genügend Raum für den Austausch vorhanden ist.

Nach dieser Filterstufe kann das Wasser bereits problemlos zum Duschen, Händewaschen oder Geschirrspülen verwendet werden und wird dem Nutzwasserkreislauf zugegeführt.



Um Trinkwasser der höchsten Reinheit zu erhalten, wird eine Umkehr-Osmose-Anlage eingesetzt. Dabei werden sogar Schwermetalle, Kalk, Medikamentenrückstände, Pestizidrückstände, Asbest, Hormone, Viren und Bakterien herausgefiltert. Das sogenannte Reinstwasser ist ein absolut sicheres Trinkwasser und hat einen sehr weichen und angenehmen Geschmack.

Die Umkehr-Osmose-Anlage produziert während der Filtrierung einen gewissen Teil Abwasser, das dem Grauwassertank zugeführt wird.

Eine erprobte Anlage ist die hochleistungs Umkehr-Osmose-Anlage für den privaten und professionellen Einsatz : "PRF-RO" von der Firma "Pentair".

9. Pflanzenkläranlage



Um die Leitungen kurz zu halten und Frostsicherheit zu gewährleisten, sollte die Pflanzenkläranlage direkt an einer Außenwand des Gebäudes platziert werden. Aus Siebdruckplatten mit einer verstärkenden Holzrahmenkonstruktion wird der Behälter mit ca. 2000 Liter Volumen gebaut (ca. 130 cm x 130 cm x 130 cm). Für das Fundament werden Metallfüße verwendet, um die Anlage vor Feuchtigkeit und Verrottung zu schützen.



Anschließend wird der Behälter mit einer wasserdichten EPDM Folie ausgekleidet. Unten wird die Verbindung zum Brauchwassertank mit einem KG 2000 Rohr hergestellt. In die EPDM-Folie wird ein Loch geschnitten das einen etwas kleineren Durchmesser wie das Anschlussrohr hat. Dann wird die Folie erwärmt, über das Rohr gezogen und mit einer Edelstahl Schlauchklemme befestigt.



Am Boden der Anlage wird nun ein Drainageschlauch kreisförmig angebracht und über das grüne KG 2000 Rohr an den Brauchwassertank angeschlossen. An 3 Stellen wird mit grauen KG Rohren eine Belüftung nach oben angeschlossen. Diese können bei Bedarf auch für die Durchspülung verwendet werden, sowie falls vorhanden, als Einleitung einer warmen Abluft aus den Gebäude.



Anschließend wird eine Drainageschicht aus grobem Kies in die unteren 10 cm eingefüllt.



Die nächsten ca. 100 cm werden mit dem gemischtem Bodenfiltersubstrat aufgefüllt.

Auf der folgenden Tabelle lässt sich die genaue Zusammensetzung erkennen:

Tabelle 1: Materialzusammensetzung bepflanzter Bodenfilter

Rohstoff	V [%]	V [L]
Liaporsand 0-4 mm	50	1000
Pflanzenkohle 1-5/10mm (Kräuterhohle Pyreg)	15	300
Zeolith 2/4 mm	5	100
Liadrain 4/6 mm (rötlich)	15	300
Bims 0-5 mm	7,5	150
Bims 2,5/4 mm, Vulkalit, griechischer Bims, weiss	7,5	150
Gesamtvolumen:	100	2000

Das Filtersubstrat kann selbst angemischt werden. Durch die teils sehr hohen Versandkosten oder Mindermengenzuschläge, ist es aber meist preiswerter sich ein vorgemischtes Substrat liefern zu lassen. Dabei können auch gemeinsame Bestellungen in größeren Mengen die Kosten weiter senken.

Eine Bezugsquelle für das vorgemischte Filtersubstrat ist die Firma "Palaterra" über den Ansprechpartner Ron Richter.



Die nächsten 10 cm werden wiederum mit Kies aufgefüllt.

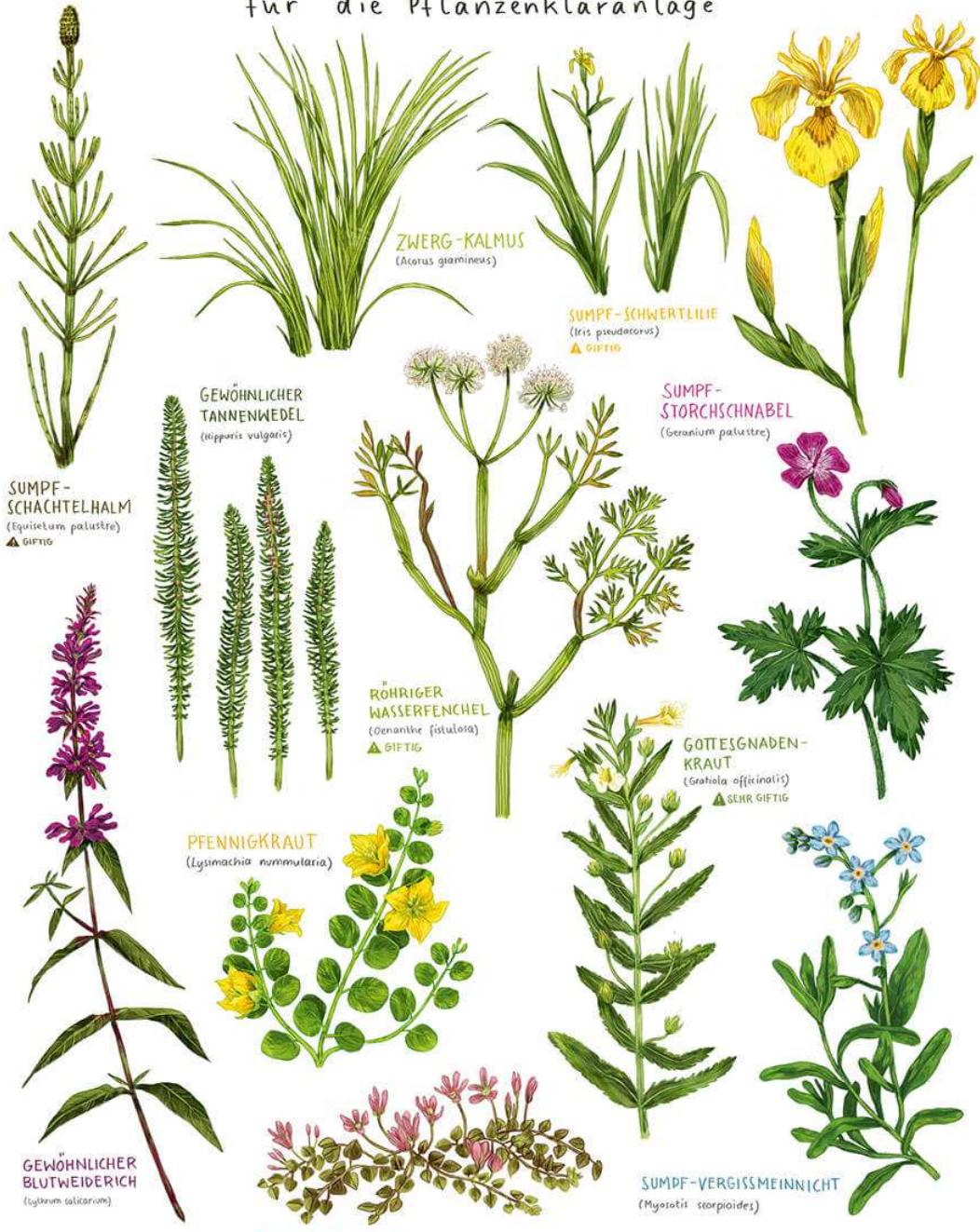
Die Leitung vom Grauwassertank wird mit einem Netz von Wasserrohren mit kleinen Löchern verbunden, um die Bewässerung möglichst gleichmäßig auf der ganzen Oberfläche der Pflanzenkläranlage zu verteilen und eine großflächige Durchsickerung zu gewährleisten. Für die beste Verteilung werden am Wassereinlass des Verteilungssystems kleinere Löcher von ca. 4 mm gebohrt und im Endbereich größere Löcher von ca. 6 mm. Für die Frostsicherheit sollten die Löcher möglichst nach unten gerichtet sein, damit im Winter kein Wasser stehen bleibt und gefriert.



Jetzt kann die Mischung aus Sumpfpflanzen auf die Oberfläche gepflanzt werden. Es dauert eine Weile bis die Pflanzen gut angewachsen sind und sich die wichtigen Micro-organismen im Substrat aufgebaut haben. Eine neue Anlage wird nach ca. 4-8 Wochen Nutzungszeit seine Optimale Reinigungsleistung erreichen.

SUMPFPLANZEN

für die Pflanzenkläranlage



Illustrationen von Daniela Heine aus dem Buch
»earhome - Das zutarka Tiny House für ein Leben im Einklang mit der Welt«

VERLAG DER
IDEEN

10. Steuerung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten das Wassersystem zu steuern. Die wohl einfachste Methode, die auch im ersten Ownhome von Klemens Jakob verwendet wurde, ist eine manuelle Steuerung über Schalter. Dabei werden die jeweiligen Pumpen einfach über Schalter ein- oder ausgeschaltet, um das Wasser z.B. vom Grauwassertank in die Pflanzenkläranlage zu pumpen.

Dabei können auch Wasserpegelsensoren oder Wasserzähler eine Hilfe sein, um zu wissen wie voll welcher Tank ist bzw. wie viel Wasser gepumpt werden muss.

Es ist auch möglich, die Anlage teilweise oder voll zu automatisieren. Optional kann im Grauwassertank eine Schmutzwasserpumpe mit Schwimmerschalter verbaut werden. So wird das Grauwasser automatisch ab einem gewissen Wasserpegel in die Pflanzenkläranlage gepumpt und die Pumpe schaltet sich bei einem gewissen Wasserpegel automatisch wieder ab.

Die Anlage lässt sich auch mit einem kleinen Computer (z.B. Raspberry Pi) vollständig automatisieren und programmieren. Dabei lassen sich sogar Füllstandanzeigen auf einem Display mit Touchscreen-Steuerung realisieren.

In der Praxis hat sich diese High-Tech-Variante als nicht besonders praktikabel erwiesen. Sie war störungsanfällig und hat sich als nicht gerade einfach in Planung und Bau herausgestellt.

11. Nutzung der Anlage

Bei der Nutzung der Anlage darf nur biologisch abbaubare Seife, Schampoo, Reinigungs- und Geschirrspülmittel verwendet werden. Es gilt ein bewusster Umgang des Menschen inmitten seiner Umwelt, mit der Verwendung biologischer Substanzen für die Achtung der natürlichen Kreisläufe.

Es gibt konsequent biologisch abbaubare Reinigungsprodukte von zB. Sonett oder EcoVer. Es können aber auch mit sehr wenigen natürlichen Zutaten, Reinigungsmittel und Hygieneprodukte selbst hergestellt werden. Hilfreiche Informationen dazu gibt es zB. auf der Website "smarticular.net".

Für die optimale Funktionalität der Pflanzenkläranlage ist es nötig, dass diese mit Grauwasser schwallbeschickt wird. Das bedeutet, dass ein oder mehrere Male am Tag das Grauwasser schwallartig (in größeren Mengen) auf die Pflanzenkläranlage gepumpt wird und dazwischen längere Pausen liegen. Die Oberfläche der Pflanzenkläranlage sollte die Möglichkeit haben, zwischen den Intervallen abtrocknen zu können, damit ausreichend Sauerstoff in das Substrat nachströmen kann. Eine kurzfristige Überlastung der Pflanzenkläranlage mit zu viel Wasser oder durch fehlende Pausen zwischen den Beschickungen schadet der Anlage nicht. Sie hat die Möglichkeit, sich zu regenerieren sobald sich wieder ein normaler Betrieb einstellt.

Bei langfristig falscher Beschickung bildet sich eine Schicht Algen und Bakterien, welche die Durchlässigkeit der Anlage reduziert. Dadurch würde die Anlage zwar in ihrer Leistung eingeschränkt sein, kann aber trotzdem weiter betrieben werden.

12. Wartung und Pflege

Vorfilter der Zisternen reinigen.

Einmal im Jahr sollte der Grauwassertank leergepumpt werden und innen von groben Schmutzablagerungen gereinigt werden.

Je nach Wasserqualität sollte der Sedimentfilter halbjährlich oder jährlich getauscht werden.

Die UV-Lampe der UV-Entkeimungsanlage sollte alle 12 Monate gewechselt werden.

Bei den Herstellern von Umkehr-Osmose-Anlagen liegen die Wechselintervalle für die Filter bzw. Membrane bei 6 Monaten bis 5 Jahren.

Laut einem Hersteller von fertig gemischtem Filtersubstrat soll das Filtersubstrat nach 7 Jahren Betrieb erneuert werden.

13. Kosten

Grober Überblick über die ungefähren Kosten:

2m² Filtersubstrat: 1000€

3 Zisternen: 2000€

Pumpen und Zubehör: 1000€

Wasserfilter: 2000€

Rohre, Leitungen, Fittings: 500€

Pflanzenkläranlagen-Konstruktion und Pflanzen: 500€

Baukostenaufwand: 500-3000€

Je nach Gegebenheiten, Ausführung des Systems und Möglichkeiten der Eigenleistung können die Baukosten sehr unterschiedlich ausfallen.

14. Genehmigung

Das Thema der abwasserfreien Gebäude ist für viele Behörden immer noch unbekannt.

Deswegen sollte von der Baufamilie von Anfang an viel Aufklärungsarbeit und Begeisterung für diese nachhaltige Zukunfts-Technik vermittelt werden. Das Thema der Nachhaltigkeit findet immer mehr Gehör und bietet Gemeinden die Möglichkeit, Pioniere mit Alleinstellungsmerkmal zu werden. Es entstehen immer mehr autarke Projekte, auf welche dann für die Genehmigung als funktionierendes Beispiel verwiesen werden kann. So wird es Stück für Stück einfacher, akzeptiert zu werden, eine Genehmigung für dieses Wassersystem zu bekommen.

Die deutsche Norm DIN 2001 definiert unter Punkt 4.4, dass "Oberflächenwasser oder gesammeltes Niederschlagswasser nur in Ausnahmefällen, wenn eine Trinkwasserversorgung auf andere Weise nicht möglich ist, mit mehrstufiger Wasseraufbereitung unter Einschluss einer Desinfektion genutzt werden darf."

In Deutschland beinhaltet die Wasserversorgungssatzung in vielen Gemeinden einen Anschlusszwang an das öffentliche Wasser- und Abwassernetz. In einigen Fällen kann dieser aber umgangen werden bzw. Sondergenehmigungen erteilt werden.

Wenn das Grundstück bereits am Wassernetz angeschlossen ist, kann sich die Genehmigung um einiges leichter gestalten, oder ganz entfallen. Es darf aber auf keinen Fall eine direkte Verbindung des öffentlichen Wassernetzes mit dem autarken Wassersystem hergestellt werden. Beide Systeme benötigen somit einen eigenen Kreislauf mit eigenen Leitungen.

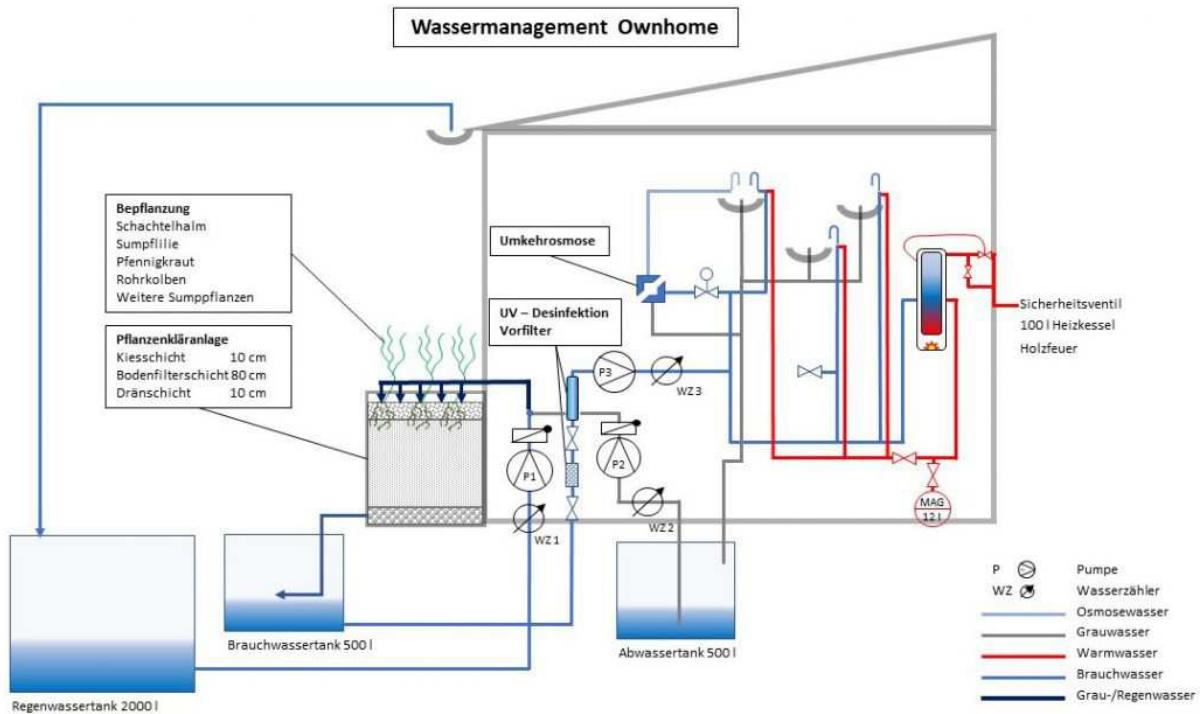
Von einem auf Pflanzenkläranlagen spezialisierten Ingenieurbüro wurde ein Gutachten über die Schmutzfracht und die Reinigungsleistung des hier beschriebenen Systems mit Pflanzenkläranlage erstellt, welches bei der Genehmigung mit den lokalen Behörden helfen kann. Auf Anfrage wird das Dokument in der Solidarischen Bauwirtschaft weitergegeben.

Die Reinigungsleistung der Pflanzenkläranlage wurde auch von einem Student im Rahmen seiner Masterarbeit untersucht, mit folgendem Ergebnis:

»Die Überprüfung des Systems auf Trinkwasserqualität, Reinigungsleistung und Mineralbilanz hat gezeigt, dass das beschriebene System in der Lage ist, für die untersuchten Parameter die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung bereits vor der Umkehr-Osmose-Anlage größtenteils deutlich zu unterschreiten«

Quelle: Alber, Philipp: Analyse der Betriebssicherheit und Anwendungsorientierung eines abwasserfreien Gebäudes;
Masterarbeit an der Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft,
betreut von Dipl.-Ing. Carsten Meyer, Juni 2018

15. Technisches Diagramm

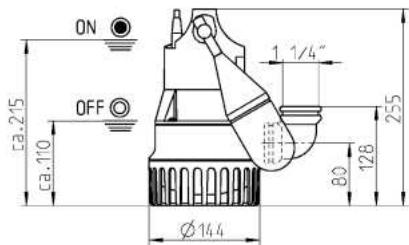


16. Grauwasser Automatisierung:

Das Pumpen von Grauwasser kann durch eine Tauchpumpe mit einem Schwimmerschalter technisch sehr einfach automatisiert werden.

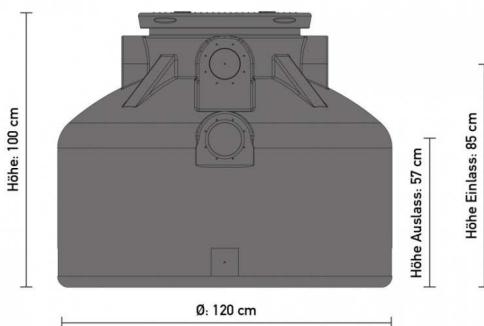
Es gibt geeignete Grauwasser-Tauchpumpen mit eingebautem oder optionalen Schwimmerschalter im Gleichstrombereich, sowie im Wechselstrombereich. Pumpen mit einem integrierten mechanischen Schwimmer-Arm gelten als sehr zuverlässig und nicht störungsanfällig. Eine mögliche Pumpe im Wechselstrombereich für diese Anwendung ist zum Beispiel die "Pentair Jung U3 KS".

Hauptmaße und Schalthöhen U3 KS (mm)



Die Tauchpumpe sollte am Boden der Grauwasserzisterne plaziert werden.

Aus der technischen Zeichnung der Pumpe wird die automatische Ein- und Ausschalthöhe des Schwimmerarms ersichtlich. Bei einem Grauwasserpegel von 21,5 cm fängt die Pumpe automatisch an Grauwasser zu pumpen, bis der Pegel von 11 cm erreicht ist, worauf die Pumpe sich automatisch abschaltet. Dadurch ist eine Schwallbeschickung der Pflanzenkläranlage gewährleistet.



Es lässt sich einfach ausrechnen wie viel Liter Grauwasser die Pumpe pro Schwallbeschickung pumpt. Wird diese Pumpe zum Beispiel mit dem "Mini Erdspeicher" von Speidel kombiniert, welcher einen Durchmesser von 120 cm hat, wird gerechnet:

Volumen eines Zylinders mit einem Durchmesser von 120 cm und einer Höhe von 10,5 cm (die Pumpe verringert im Pumpvorgang den Wasserpegel um 10,5 cm) = ca. 119 Liter.

17. Kombinierte Regen- und Brauchwasserzisterne

Eine bislang unerprobte Idee ist es Regenwasser und Brauchwasser zusammen in einer großen Zisterne zu sammeln und zu nutzen. Das gesammelte Regenwasser fließt in die selbe Zisterne wie das gefilterte Wasser von der Pflanzenkläranlage. Von dieser Zisterne wird das Regen-Brauchwassergemisch ins Gebäude zur Nutzung gepumpt.

Die Idee entstand aus der Erkenntnis durch die Masterarbeit von Phillip Alber, dass das gesammelte Regenwasser in der Regenwasserzisterne weniger leitfähig ist als das Regenwasser welches einmal durch die Pflanzenkläranlage geleitet wurde. Um so weniger leitfähig Wasser ist desto "reiner", oder mineralärmer, ist es. Das gesammelte Regenwasser war also in der getesteten Anlage schon so rein, dass es sogar beim anschließenden Durchlaufen der Pflanzenkläranlage Mineralien aus dem Filtersubstrat aufnahm, und dadurch leitfähiger bzw. "unreiner" wurde als zuvor. Unter diesem Aspekt kann es sein, dass diese Vereinfachung des System sogar zu einer noch besseren Wasserqualität beitragen könnte.

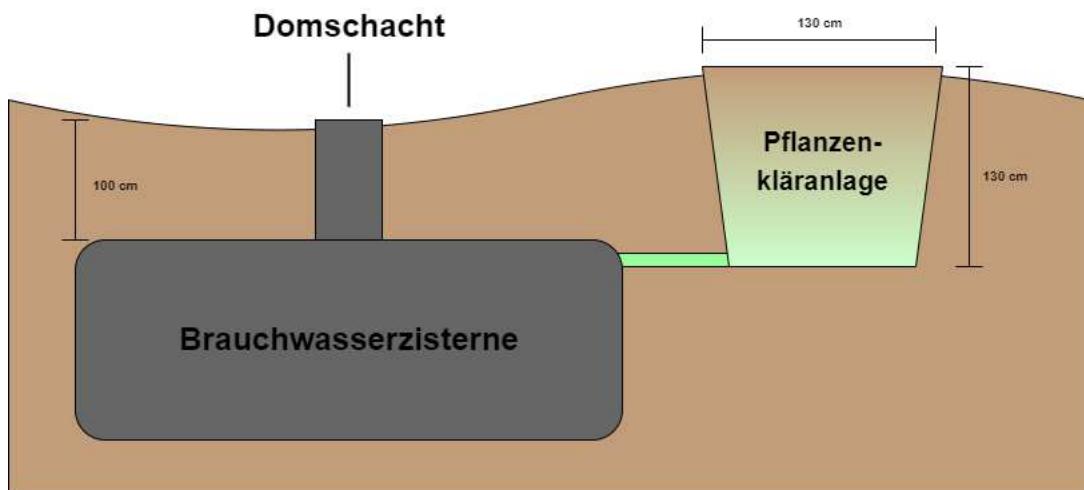
Dabei könnten sich weitere Vorteile ergeben:

- Einsparung einer Zisterne und damit weniger Baukosten, Aushub und Platzbedarf.
- Einsparung von einer Pumpe.
- Einsparung von Rohrleitungen.
- Einsparung von Stromkabel
- Es muss nicht mehr daran gedacht werden den Brauchwassertank rechtzeitig mit Regenwasser per Pumpe aufzufüllen, da dieses System nun immer automatisch, ohne Steuerungstechnik, über das Dach mit Regenwasser aufgefüllt wird.

Dabei könnten sich auch Nachteile ergeben:

- Eventuelle Belastungen durch sauren Regen gelangen durch die Mischwasserzisterne direkter ins Gebäude. (Eine nachgeschaltete Umkehr-Osmose-Anlage wird aber weiterhin für garantiert sicheres Trinkwasser sorgen.)
- Eventuelle Belastungen durch Tierexkremente auf dem Dach könnten die Regenwasserqualität beeinflussen.
- Wenn eine offizielle Genehmigung des Systems angestrebt wird könnte sich diese schwieriger gestalten, da Regenwasser direkt genutzt wird und nicht durch die Pflanzenkläranlage zu Brauchwasser geklärt wird.

18. Erd-Pflanzenkläranlage



In besonders kalten Wintern oder in Gebirgslagen könnte es dazu kommen, dass eine regulär gebaute Pflanzenkläranlage durchfriert und so die Microorganismen im Filtersubstrat das Grauwasser nicht mehr ausreichend reinigen können. Mit der bislang unerprobten Idee, der Erd-Pflanzenkläranlage, würde der Vertikalfilter vollständig in die Erde eingegraben werden, mit einem entsprechenden Behälter oder mit einer gut fixierten EPDM Folie. Damit das gefilterte Wasser weiterhin durch die Schwerkraft in die Brauchwasserzisterne fließt, muss diese entsprechend tiefer eingebaut werden. Dabei hilft ein langer Domschacht und evtl. Kann die Neigung des Geländes positiv ausgenutzt werden.

Durch die natürliche Erdwärme würde die Pflanzenkläranlage selbst in den kältesten Wintern nicht komplett einfrieren und auch im Sommer wäre das System weniger extremen Temperaturschwankungen ausgesetzt.

Zusätzlich ließen sich einige Materialien einsparen, welche beim Bau einer regulären Pflanzenkläranlage nötig sind. Aber dafür würde ein zusätzlicher Aushub anfallen, sowie evtl. ein größerer Aushub für das tiefere Setzen der Brauchwasserzisterne.

19. Alternative Wasserleitungen

Die bislang im System erprobten Aluverbund-Trinkwasserleitungen sind preiswert und relativ leicht zu verarbeiten. Aber im Sinne der Nachhaltigkeit sind sie kritisch zu hinterfragen.

Der Kern der Leitung besteht aus einem Aluminiumrohr, welches auf beiden Seiten mit einer sog. Haftschiicht überzogen ist und abschließend mit einer Schicht von vernetztem Polyethylen (PE-XE) umgeben ist. Damit kommt das Aluminium in der Regel nicht in Kontakt mit dem Trinkwasser. Da dieses Leitungssystem aber erst seit 1990 verwendet wird, gibt es noch keine langfristigen Erkenntnisse über die Haltbarkeit und ob nach vielen Jahrzenten nicht evtl. Doch Aluminium in Kontakt mit Trinkwasser kommen könnte.

Das sehr ernergieintensive und gesundheitlich nicht unbedenkliche Material Aluminium sollte im Sinne der Nachhaltigkeit eher vermieden werden. Und generell sollten Verbundwerkstoffe, welche gar nicht oder nur schwer wieder sortenrein getrennt werden können vermieden werden. Dazu zählen auch die Aluverbund-Trinkwasserleitungen.

PE-Trinkwasserleitung

Eine alternatives System könnten trinkwasserzertifizierte PE-Leitungen sein. Diese bestehen aus 100% Polyethylen, daher sortenrein trennbar, und werden schon seit 1957 eingesetzt.



Vorteilhaft ist, dass diese Leitungen noch preiswerter, und noch einfacher zu verarbeiten sind. Für die Verbindungen werden Schraubfittings aus trinkwasserzertifiziertem Polypropylen (PP) verwendet, welche ohne Werkzeug von Hand wasserdicht verbunden werden können. Das einzige Werkzeug das benötigt wird ist ein Rohrschneider zum

ablägen der PE-Leitung und ein Entgrater zum entgraten der Endungen. In diesem Zuge würden auch die kupferhaltigen, und dadurch bei Kontakt mit Regenwasser mit einem sauren PH-Wert ungünstigen, Messingfittings des Aluverbundsystems durch nicht korrosionsgefährdetes PP ersetzt werden. (Dies war ein Verbesserungsvorschlag von Phillip Alber in seiner Masterarbeit über das Wassersystem.)

Die Rauheit der Rohrwandungen ist im Vergleich zu Stahlrohren gering, was die innere Inkrustation der Leitung über einen langen Zeitraum vermindert. Dabei sind die Leitungen noch leicht flexibel und können so leichter verlegt werden als starre Metallrohre.

Es sollte bedacht werden, dass sich die meisten PE-Leitungen nur für Wassertemperaturen unter 60°C eignen. Sie sind nicht geeignet für die Warmwasserversorgung eines Hauses bei 80°C. Man könnte sie sehr gut für die Verrohrungen des gesamten Wassersystems bis zur UV-Entkeimungsanlage benutzen und dannach für die Hauswasserversorgung z.B. Auf Edelstahl Wasserleitungen umsteigen.

Edelstahl-Trinkwasserleitungen

Eine langlebige, korrosionsbeständige, nachhaltige und hygienische Möglichkeit der Trinkwasserversorgung bieten Edelstahl Trinkwasserleitungen.

Edelstahl ist eines der wenigen Materialien das sich bei sortenreiner Trennung zu 96% ohne Qualitätsverlust recyceln lässt. Dies kommt der Idee des Cradle to Cradle ein Stück näher. Doch trotz allem ist der Energieaufwand bei der Herstellung hoch. Es werden rund 20 Gigajoule für die Herstellung von einer Tonne Edelstahl benötigt. Das entspricht ungefähr 5.500 Kilowattstunden, was ca. dem durchschnittlichen Jahresstromverbrauch eines 5 Personen Haushalt entspricht. Wenn man dies mit der Herstellung von Aluminium vergleicht wird es aber interessant. Für die Herstellung von einer Tonne Aluminium wird ca. 124 Gigajoule benötigt, also das Sechsfache.

Edelstahlleitungen sind vergleichsweise kostspieliger und bei der Montage ist mehr Erfahrung gefragt und bei Pressfittings sind spezielle Presszangen gefordert.



20. Alternative Pumpen

Die bislang erprobten 24v Pumpen aus dem Campingbereich funktionieren bislang gut.

Dennoch ist in Frage zu stellen wie langlebig die in Kunststoffbauweise sehr leicht ausgeführten Pumpen tatsächlich sind. Für den Campingbereich entwickelte Produkte sind meist auch eher teuer gehandelt im Vergleich zu der Qualität der Produkte. Für kleine, gleichstrombasierte Wohnformen sind diese Pumpen weiterhin interessant, aber für Gebäude die in Richtung Einfamilienhaus wachsen könnten evtl. Alternative Pumpen von Vorteil sein.

Wenn eine 230v Versorgung zur Verfügung steht kann dies für die Auswahl der Pumpen von Vorteil sein, denn die meisten Pumpen auf dem Markt sind auf 230v Wechselstrom ausgelegt. 24v Gleichstrompumpen findet man am besten auf Wohnmobil-Zubehör-Websiten oder auch auf Segelboot-Zubehör-Webseiten.

Hauswasserwerk



Hauswasserwerke bestehen aus einer Wasserpumpe, einem Druckausgleichsbehälter und einem Regler. Viele Pumpen können bis ca. 8 Meter tiefe das Wasser selbst ansaugen und bauen einen voreingestellten Wasserdruck von ca. 5 Bar im Druckausgleichsbehälter auf. (Ein Rückschlagventil am Ende der Saugleitung ist zu empfehlen.) Aus dem Behälter kann das Wasser an viele Entnahmestellen im ganzen Haus verteilt werden. Kleinere Mengen an Wasser können aus dem Behälter entnommen werden ohne dass die Pumpe anspringt. Dadurch werden die Anlaufzyklen der Pumpe reduziert und die Lebensdauer erhöht.

Die Kreiselpumpen sind im Pumpbetrieb relativ laut. Deswegen sollte das Hauswasserwerk in einem Kellerraum oder einem separaten Technikraum installiert werden um Geräusch- und Vibrationsbelastung zu minimieren. Dabei sollte es nicht direkt an der Wand oder auf dem Fundament befestigt werden, da sonst der Schall ins ganze Gebäude übertragen wird. Deswegen sollte die Anlage auf einem schallentkoppelten Untergrund gesetzt werden, und es könnte noch zusätzlich ein schallgedämmter Kasten um das Wasserwerk gebaut werden.

Tauchdruckpumpen



Tauchdruckpumpen können, im Vergleich zu einfachen Tauchpumpen, Wasser aus tieferen Stellen mit höherem Druck pumpen. Dabei können sie dauerhaft unter Wasser in einer Zisterne eingesetzt werden. Vorteilhaft ist dass durch diese Position der Pumpe keine Geräuschbelastung im Wohnbereich zu erwarten ist.

Es sollte darauf geachtet werden eine Pumpe mit einer Druckerzeugung passend zu den Anforderungen der Hausversorgung und der Umkehr-Osmose-Anlage zu wählen. Auch ein Druckausgleichsgefäß sollte zusätzlich zwischen Pumpe und Verbraucher geschaltet werden. Ein Nachteil von Tauchdruckpumpen ist eine sehr geringe Schmutztoleranz im Wasser. Sie sollte nur in einer Zisterne mit klarem Wasser eingesetzt werden, und zur Sicherheit um ein feines Vor-Filtersieb erweitert werden.